Journal of Agricultural Economics and Development
Vol. 33, No. 2, Summer 2019, p. 177-190

نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی
جلد ۳۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸، ص. ۱۹۰-۱۷۷

ارزیابی کارایی تولید خرما به روش تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای (مطالعه موردی: استان خوزستان)

دلال مدحج[1]*

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۲/۲۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۴/۲۹

چکیده

استان خوزستان یکی از قطب‌های اصلی تولید خرما در ایران است. تغییرات اقلیمی، افزایش دما، کاهش بارندگی، شور شدن تدریجی آب و خاک، تأثیرات منفی بسیاری بر روی عملکرد و کیفیت این محصول داشته است. به همین منظور، پژوهش حاضر به ارزیابی کارایی محصول خرما در استان خوزستان می‌پردازد. از روش‌های ارزیابی متداول، روش تحلیل پوششی داده‌ها می‌باشد. یکی از اشکالات روش تحلیل پوششی داده‌ها در نظر نگرفتن عامل زمان در ارزیابی عملکرد است. در این راستا، روش تحلیل پوششی داده‌های پنجره ای روشی است که امکان محاسبه کارایی در طول زمان را فراهم می‌آورد. پژوهش حاضر، کارایی ۸ تولید کننده خرما در استان خوزستان طی دوره زمانی ۱۳۹۶-۱۳۸۹ را با استفاده از روش تحلیل پوششی داده های پنجره‌ای مورد ارزیابی قرار می‌دهد. بدین منظور، داده‌های مورد نیاز از دفتر طرح و برنامه جهاد کشاورزی تهیه شد که در برگیرنده اطلاعات مربوط به سطح اراضی، آب مصرفی، کود حیوانی، نیروی انسانی، کود شیمیایی، سموم آفات به عنوان متغیرهای ورودی و عملکرد و سود ناخالص به عنوان متغیرهای خروجی می‌باشد. نتایج پژوهش نشان داد هیچ کدام از تولید کننده‌ها طی سال های ۱۳۹۱-۱۳۸۹ و ۱۳۹۶-۱۳۹۳دارای کارایی فنی کامل نبودند. در فاصله زمانی ۱۳۹۱-۱۳۸۹ کارایی تولید کننده‌ها کم نوسان بوده و میانگین کارایی هر سال تولید کننده‌ها در مقایسه با دوره زمانی ۱۳۹۶-۱۳۹۳، در سطح بسیار بالاتری قرار داشته است. بطوری‌که در فاصله زمانی ۱۳۹۱-۱۳۸۹، کمترین و بیشترین مقدار میانگین کارایی هر سال به ترتیب ۰.۸۲۰و۰.۹۷۳می‌باشند. حال اینکه این مقادیر برای دوره زمانی ۱۳۹۶-۱۳۹۳ به ترتیب ۰.۶۱۰ و۰.۹۳۶ هستند. در سال ۱۳۹۲ دو تولید کننده در سطح کارایی فنی کامل قرار داشته اند.

واژه‌های کلیدی: تحلیل پنجره‌ای، تحلیل پوششی داده‌ها، خرما، خوزستان، کارایی

مقدمه

کشاورزی مهمترین بخش اقتصاد یک کشور و عامل توسعه‌ی بخش‌های دیگر است و توجه به آن، پیش شرط توسعه اقتصادی کشور است. بخش کشاورزی همواره نقش مهمی در عرضه عوامل اساسی زندگی و تامین رفاه بشر داشته است که بهره‌گیری از ظرفیت و توانمندی‌های آن در راستای تحقق اهداف توسعه‌ای دولت‌ها ضروری است (۱۳). به علت افزایش جمعیت، تأمین غذای مورد نیاز رو به افزایش بوده و با توجه محدودیت منابع از جمله آب، خاک و دیگرعوامل تولید، بایستی ازمنابع و نهاده‌های موجود به طور کارا و بهینه استفاده کرد تا حداکثر تولید ممکن را با سطح فعلی کاربرد نهاده‌ها بدست آورد و یا با نهاده‌ها و هزینه‌های کمتری، سطح تولید را حفظ کرد، لذا بررسی کارایی تولید کنندگان محصولات کشاورزی می‌تواند به این امر کمک شایانی نماید.

خرما به عنوان یکی از محصولات باغی کشور، به لحاظ ویژگی های تغذیه‌ای، پتانسیل ارزآوری، ایجاد اشتغال (مستقیم و غیرمستقیم)، حفظ و پایداری محیط زیست دارای جایگاه خاصی در کشاورزی ایران است. قدمت کشت خرما در ایران به ویژه در مناطق جنوب غربی کشور (آبادان، خرمشهر، شادگان) به بیش از ۶۰۰۰ سال پیش می‌رسد (۱۵). بر اساس آمارهای رسمی سال ۲۰۱۶ سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (FAO)[2]، ایران با دارا بودن شرایط مناسب برای کشت خرما از نظر سطح زیر کشت دارای مقام اول جهان است. نکته مهم در این میان شرایط عملکرد این محصول در

۱- استادیار گروه ریاضی، واحد سوسنگرد، دانشگاه آزاد اسلامی، سوسنگرد، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email:modhej83@gmail.com)
DOI: 10.22067/jead2.v0i0.78829

2- Food And Agriculture Organization Of the United Nations

مقایسه با کشورهای هم تراز، همچون مصر است. مصر از نظر ظرفیت‌های اقتصادی و همچنین دانش فنی، تفاوت چندانی با ایران ندارد، حال آنکه عملکرد نخلستان‌های این کشور، تفاوت فاحشی با کشور ما دارد. میزان تولید خرما در مصر با یک چهارم سطح زیر کشت خرما در ایران، بیش از کشور ماست. ایران از نظر تولید و صادرات با دارا بودن ۱۶,۵ درصد صادرات جهان بعد از مصر در مقام دوم قرار دارد (۲). استان خوزستان با سطح زیر کشت ۳۷۴۹۲ هکتار یکی از مهم‌ترین مناطق پرورش خرما در کشور است. بر اساس آمارهای رسمی موجود، استان خوزستان با تولید ۱۵,۲ درصد از یک میلیون تن خرمای کشور بالاترین میزان تولید این محصول در میان استان های کشور را دارد (۱۵). متاسفانه در سال‌های اخیر شوری آب و گرد وخاک بر میزان تولید وکیفیت خرما در استان خوزستان تاثیر منفی گذاشته است. بررسی کارایی محصول یاد شده در استان خوزستان به دلیل اهمیت این محصول از نظر سطح زیر کشت، تولید و اشتغال‌زائی نقش مهمی در شکوفایی اقتصاد کشاورزی کشور و این منطقه ایفا می‌کند. در حقیقت تجزیه و تحلیل کارایی محصول خرما این استان سبب مدیریت بهینه منابع و عوامل تولید، بهبود زیر ساخت‌های ضعیف اقتصادی و بالا بردن قدرت رقابت پذیری صنعت خرما در بازارهای جهانی می‌گردد. در ادامه شرح مختصری از مطالعات خارجی و داخلی در زمینه کارایی در بخش کشاورزی به منظور معرفی روش های مورد استفاده ارائه می‌شود.

علی شهنوازی (۱۴) با استفاده از الگوهای تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)[1] به رتبه‌بندی ۲۷ محصول زراعی آبی در بخش کشاورزی پرداخت. یافته‌های پژوهش نشان داد که با توجه به هدف، اولویت بندی محصولات زراعی می‌تواند متفاوت باشد. به طوری‌که اگر هدف، اقتصادی نمودن تولید و افزایش سودآوری در زیر بخش زراعت آبی است در آن صورت به ترتیب کشت سبزیجات، محصولات صنعتی، محصولات جالیزی، حبوبات، نباتات علوفه‌ای و غلات توصیه شده ولی چنانچه هدف افزایش میزان کل تولیدات باشد در آن صورت اولویت به ترتیب باید به نباتات علوفه‌ای، سبزیجات، محصولات صنعتی، محصولات جالیزی، غلات و حبوبات داده شود. سپهر دوست و دستجردی (۱۳) به ارزیابی و مقایسه کارایی فنی چهار زیر بخش عمده کشاورزی شامل زیر بخش‌های زراعت و باغبانی، دامپروری، جنگل و مرتع و همچنین شیلات طی دوره زمانی ۱۳۷۴ تا ۱۳۸۸ پرداختند. بدین منظور، آن‌ها از داده‌های ترکیبی و مدل تحلیل پوششی پنجره‌ای[2] برای محاسبه و ارزیابی کارایی فنی زیر بخش‌های کشاورزی تحت شرایط بازدهی ثابت نسبت به مقیاس و ماهیت ورودی استفاده کردند. یافته‌ها نشان داد که از نظر کارایی فنی، زیر بخش فعالیتی زراعت و باغبانی با میزان کارایی فنی ۰.۹۷ و زیر بخش فعالیتی شیلات با میزان کارایی فنی ۰.۷۰ به ترتیب کاراترین و ناکاراترین زیر بخش‌های فعالیتی طی دوره مورد بررسی هستند. همچنین مشخص گردید که طی این دوره، اگر چه روند کارایی فنی زیر بخش‌های دامپروری و شیلات افزایشی است ولی هنوز از توانمندی موجود برای استفاده بهینه از ورودی‌ها و کسب ارزش افزوده بیشتر استفاده نمی‌شود. روند کارایی فنی زیر بخش جنگل و مرتع نیز کاهشی بدست آمد و نشان می‌دهد که به توجه بیشتر و اجرای سیاست‌های کنترلی دولت جهت جلوگیری از بروز پیامدهای خارجی زیانبار در این بخش نیاز دارد. گنجی و همکاران (۷) کارایی آب مصرفی تولید کنندگان گندم استان البرز را با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها و تکمیل ۲۰۰ پرسشنامه در سال زراعی ۱۳۹۴، بررسی کردند. نتایج نشان داد که میانگین کارایی فنی در واحدهای مورد مطالعه در حالت بازده به مقیاس ثابت و بازده به مقیاس متغیر به ترتیب ۰.۷۴ و ۰.۷۸ و میانگین کارایی آب مصرفی نیز در این حالت به ترتیب ۰.۸۸ و ۰.۹۰ است. توما[3] و همکاران (۱۶) تحلیل پوششی داده‌ها را برای تجزیه و تحلیل عملکرد کشاورزی در مناطقی از رومانی شامل دشت، تپه و کوه با ورودی و خروجی‌ها متفاوت بکار بردند. آنها نشان دادند که تفاوت‌های واضحی بین عملکرد مناطق با ویژگی‌های جغرافیایی مشابه از لحاظ عوامل تولید وجود دارد. بر اساس نتایج این تحقیق تجربی، از بین ۳۶ منطقه تحت مطالعه تنها ۱۴ منطقه بطور کامل کارا بودند و بقیه مناطق نیاز به کاهش سطح ورودی (به ویژه ساعات کاری) و افزایش سطح تولید (از طریق استفاده بهتر از سرمایه ثابت) دارند. مهرابی بشر آبادی و پاکروان (۱۰) بر مبنای تحلیل پوششی داده‌ها، تحلیل وضعیت انواع کارایی برای بهره‌برداران آفتابگردان شهرستان خوی را بدست آوردند. نتایج حاکی از آن بود که عدم کارایی اقتصادی در این منطقه در درجه اول مربوط به عدم کارایی تخصیصی و در درجه دوم به علت کیفیت متفاوت ورودی‌ها از قبیل آب و زمین است. همچنین بر حسب نتایج بدست آمده همه ورودی‌های تولیدی بیشتر از مقدار بهینه استفاده شده اند. عبدپور و همکاران (۱) کارایی فنی، مقیاس، تخصیصی و اقتصادی در واحدهای کشاورزی تولید کننده خرما در شهرستان بم را با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها بدست آوردند. نتایج تحقیق نشان داد که میانگین این کارایی‌ها به ترتیب ۶۱/۵، ۶۶/۲، ۴۶/۱۴ و ۲۸/۲ درصد می‌باشد. از سوی دیگر، بررسی کثرت مصرف ورودی‌ها بیانگر این امر بود که همه ورودی‌های تولید بیشتر از مقدار بهینه استفاده شده‌اند. کریمی و همکاران (۹) کارایی ۸ استان بزرگ در تولید محصول گندم (آبی) را بررسی کردند. آنها روش تحلیل پوششی داده‌های بازه‌ای را با در نظرگرفتن شرایط ریسک، و روش تحلیل پوششی پنجره‌ای را

1- Data Envelopment Analysis
2- DEA window analysis
3- Tomaa

برای محاسبه کارایی در طول زمان بکار بردند. نتایج تحقیق نشان داد که هیچ یک از استان‌های منتخب در بازه‌های مشخص شده برای ورودی و خروجی‌ها به طور کامل کارا نیستند. اونیل[1] و همکاران (۱۱) میانگین مقادیر کارایی ۲۶۰۳ مزرعه کشاورزی در کشور ایرلند در دوره ۱۹۸۴ تا ۱۹۹۸ ،را با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها بین ۶۵ تا ۷۰ درصد با روند صعودی در طول این دوره بدست آوردند. آن‌ها نتیجه گرفتند که مقدار کارایی در مزارع شرقی کشور نسبت به مزارع غربی، وهمچنین در مزارع بزرگتر نسبت به مزارع کوچک‌تر و سرانجام در مزارع کشاورزی نسبت به مزارع دامداری دارای روند پیشرفت و افزایش در طول دوره مطالعه می‌باشد.

هدف از انجام مطالعه حاضر، تعیین کارایی ۸ تولید کننده محصول خرما در استان خوزستان با توجه به عامل زمان در سال های ۱۳۹۶-۱۳۸۹با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای می‌باشد. دراین روش هر تولید کننده در هر دوره زمانی به عنوان یک واحد تصمیم گیرنده مستقل درنظر گرفته می‌شود و عملکرد یک تولید کننده در یک دوره خاص با عملکرد خود آن تولید کننده در سایر دوره‌ها و عملکرد تولید کننده‌های دیگر در دوره زمانی معین، مورد مقایسه قرار می‌گیرد. در ادامه ابتدا روش مورد استفاده و سپس نتایج ارائه می‌شوند.

مواد و روش‌ها

به منظور اندازه گیری درجه کارایی از دو روش پارامتریک و غیر پارامتریک استفاده می‌شود. روش پارامتریک بیشتر بر پایه اصول اقتصادسنجی است و در اقتصاد مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این روش یک تابع ریاضی برای تولید(هزینه) در نظر گرفته می‌شود که بر اساس آن با بکارگیری متغیرهای مستقل، متغیر وابسته تخمین زده می‌شود. جهت تخمین پارامترهای تابع تولید از مشاهدات تجربی یا روش‌های برآورد توابع در آمار و اقتصادسنجی استفاده می‌شود. در نهایت، با توجه به تابع مذکور کارایی محاسبه می‌گردد. در روش غیر پارامتریک، بهترین عملکرد در یک نمونه با استفاده از مدل برنامه ریزی خطی شناسایی می‌شود و کارایی بر اساس تفاوت‌های میان مقادیر مشاهده شده و بهترین عملکرد اندازه گیری می‌گردد. روش غیر پارامتریک را می‌توان ساده‌ترین روش تخمین کارایی تلقی نمود زیرا در این روش نیاز به تصریح تابع نبوده و اندازه‌گیری کارایی با اطلاعات اندک امکان پذیر است. روش غیر پارامتریک برای تخمین کارایی اولین بار در سال ۱۹۵۷ توسط فارل[2] (۶) مطرح شد. مواردی که فارل برای اندازه‌گیری کارایی در نظر گرفته بود شامل یک ورودی و یک خروجی بود. چارنز[3]،کوپر[4]و رودز [5] (۵) دیدگاه فارل را توسعه دادند و بر پایه کار قبلی، روش خلاقانه را ارائه کردند که توانایی اندازه‌گیری کارایی با چندین ورودی و خروجی را داشت. شکل خطی مدل مذکور ، تحلیل پوششی داده‌ها، نام گرفت و مدل ارائه شده به وسیله آنان بر اساس حرف اول نام‌شان به مدل CCR معروف شد. این الگو برای اول بار در سال ۱۹۷۶، در رساله دکترای ادوارد رودز، به راهنمایی کوپر تحت عنوان ارزیابی پیشرفت تحصیلی دانش آموزان مدارس ملی آمریکا، مورد استفاده قرار گرفت. در سال ۱۹۸۴ بنکر[6]، چارنز و کوپر (۳) با اعمال تغییراتی در مدل CCR، مدل جدیدی تحت عنوان مدل BCC، معرفی نمودند. تفاوت اساسی بین این دو مدل، درنوع بازده به مقیاس آنهاست (۳).

به علت استفاده‌های موفق و کاربردهای بسیار زیادی تحلیل پوششی داده‌ها در سنجش و مقایسه کارایی واحدهای سازمانی مانند بیمارستان‌ها، مدرسه‌ها، فروشگاه‌های زنجیره‌ای، شعب بانکی و موارد مشابه، این تکنیک به یکی از حوزه‌های فعال تحقیقاتی در اندازه گیری کارایی تبدیل شده است. در ادامه رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها شرح داده می‌شود.

روش تحلیل پوششی داده‌ها

تحلیل پوششی داده‌ها روشی مبتنی بر بهینه‌سازی با استفاده از برنامه ریزی خطی است که برای ارزیابی کارایی مجموعه ای از واحدهای تصمیم گیرنده (DMU)[7] به کار می‌رود. در این روش واحدهای تصمیم‌گیری به واحدهای کارا و ناکارا دسته‌بندی می‌شوند و منبع و مقدار ناکارایی برای هر واحد مشخص می‌گردد. تحلیل پوششی داده‌ها از جمله تکنیک‌هایی است که علاوه بر سنجش کارایی واحدهای تصمیم گیرنده، نحوه افزایش آن را نیز ارائه می‌دهد. مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها ماهیت ورودی و خروجی را در برمی گیرند. مدل با ماهیت ورودی، با ثابت نگه داشتن سطح خروجی‌ها، ورودی‌ها را تا حد امکان کاهش می‌دهد. حال آنکه در مدل با ماهیت خروجی، بدون تغییر در میزان ورودی‌ها، خروجی‌ها به حداکثر مقدار ممکن می‌رسند. انتخاب ماهیت ورودی و خروجی بر اساس میزان کنترل بر هر یک از ورودی‌ها و خروجی‌ها تعیین می‌گردد. یکی از توانایی‌های تحلیل پوششی داده‌ها، به کارگیری مدل‌های مختلف متناظر با بازده به مقیاس‌های متفاوت است. در این مدل‌ها بازده به مقیاس می‌تواند ثابت یا متغیر باشد. بازده به مقیاس ثابت به این معناست که افزایش در مقدار ورودی‌ها، سبب افزایش خروجی‌ها به

1- O'Neill
2- Farell
3- Charnes
4- Cooper
5- Rhodes
6- Banker
7- Decision Making Unit

همان نسبت می‌شود. مدل CCR بازده به مقیاس واحدهای تصمیم گیرنده را ثابت فرض می‌کند. در بازده به مقیاس متغیر افزایش در ورودی‌ها به افزایش نامتناسب در خروجی‌ها منجر می‌شود. مدل BCC بازده به مقیاس‌های واحدهای تصمیم گیرنده را متغیر فرض می‌کند. در عمل فرض بازدهی ثابت نسبت به مقیاس به علت خاص بودن در بسیاری از واحدهای تصمیم‌گیری قابل اتکاء نمی‌باشد، لذا در پژوهش حاضر از مدل BCC جهت ارائه تحلیل دقیق استفاده می‌گردد.

فرض کنید سیستم تحت ارزیابی شامل n واحد تصمیم گیرنده به صورت $\{DMU_j = (x_j, y_j) : j = 1, 2, ..., n\}$ باشد که هر DMU_j، m ورودی $x_j = (x_{1j}, x_{2j}, ..., x_{mj})^T$ را برای تولید s خروجی $y_j = (y_{1j}, y_{2j}, ..., y_{sj})^T$ مصرف می نماید. ورودی و خروجی های هر DMU همگی نامنفی و هر DMU حداقل یک ورودی مثبت و یک خروجی مثبت دارد. یعنی $x_j \geq 0, x_j \neq 0$ و $y_j \geq 0, y_j \neq 0$.

مدل BCC با ماهیت ورودی، کارایی واحد تصمیم گیرنده تحت بررسی، DMU_0، را با حل مدل زیر ارزیابی می‌کند (۳).

$$\begin{aligned}
&\theta^* = \min \theta \\
&\text{s.t.} \quad \sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_{ij} \leq \theta x_{io}, \quad i = 1, \ldots, m \\
&\qquad \sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_{rj} \geq y_{ro}, \quad r = 1, \ldots, s \\
&\qquad \sum_{j=1}^{n} \lambda_j = 1 \\
&\qquad \lambda_j \geq 0, \quad j = 1, 2, ..., n
\end{aligned} \tag{1}$$

کارایی واحد DMU_0 تحت مدل BCC با ماهیت خروجی ازحل مدل زیر بدست می‌آید (۳).

$$\begin{aligned}
&\varphi^* = \max \varphi \\
&\text{s.t.} \quad \sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_{ij} \leq x_{io}, \quad i = 1, \ldots, m \\
&\qquad \sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_{rj} \geq \varphi y_{ro}, \quad r = 1, \ldots, s \\
&\qquad \sum_{j=1}^{n} \lambda_j = 1 \\
&\qquad \lambda_j \geq 0, \quad j = 1, 2, ..., n
\end{aligned} \tag{2}$$

دراین مدل‌ها $\theta^* = 1(\varphi^* = 1)$ بدین مفهوم است که DMU_0 کارا است و در صورتی که $\theta^* < 1(\varphi^* > 1)$ آنگاه DMU_0 ناکارا است.

روش تحلیل پوششی داده‌های پویا (تحلیل پنجره‌ای)

در مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها میزان کارایی در شرایط ایستا اندازه‌گیری می‌شوند و لذا یک واحد تصمیم گیرنده با همه واحدهای دیگر در یک دوره زمانی یکسان مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. در مقابل روش تحلیل پنجره‌ای بر اساس میانگین متحرک، عملکرد و روند تغییرات یک واحد تصمیم گیرنده را در طول زمان مورد بررسی قرار می‌دهد. روش تحلیل پنجره‌ای برای اولین بار توسط چارنز، کلارک[1]، کوپر و گلانی[2] در سال ۱۹۸۵ (۴) مطرح شد. در این روش هر واحد تصمیم گیرنده در یک دوره زمانی متفاوت به عنوان یک واحد تصمیم گیری مستقل با هویتی متفاوت در نظر گرفته می‌شود وعملکرد یک واحد در یک دوره زمانی خاص در مقابل عملکرد خود آن واحد در سایر دوره‌ها علاوه بر عملکرد واحدهای دیگر در دوره‌های زمانی معین مورد ارزیابی قرار می‌گیرند (۴). این امر سبب افزایش داده‌های مورد بررسی در تجزیه و تحلیل می‌شود و لذا این وضعیت در هنگام مطالعه نمونه‌های با اندازه کوچک مفید است. تغییر عرض پنجره (یعنی تعداد دوره‌های زمانی) نشان دهنده طیفی از تحلیل‌های همزمان (شامل مشاهدات یک دوره زمانی) به تحلیل‌های مقطعی (شامل مشاهدات تمام دوره‌های مورد مطالعه) می‌باشد (۱۲). تحلیل پنجره‌ای می‌تواند حالت خاصی از یک تحلیل متوالی باشد. با این حال در تحلیل متوالی فرض می‌شود آنچه در گذشته عملی بوده است، عملی باقی می‌ماند و بنابراین تمام مشاهدات قبلی را شامل می‌شود. باید توجه کرد در این روش عملکرد تمام واحدها در یک پنجره نسبت به همدیگر ارزیابی می‌شوند و لذا به طور ضمنی فرض می‌شود که هیچ تغییر فنی در هیچ کدام از پنجره‌ها وجود ندارد. این مطلب یک مسئله کلی در روش تحلیل پنجره‌ای است. با کاهش عرض پنجره این مشکل تا حدی حل می‌شود و جهت اعتبار بخشیدن به تحلیل پنجره ای، عرض پنجره باید طوری انتخاب شود که چشم پوشی از تغییرات فنی منطقی باشد. هر چند که در مورد تعریف و اندازه عرض پنجره هیچ نوع نظریه و پشتوانه اساسی وجود ندارد.

برای شرح فرمولی این روش، فرض کنید که N واحد تصمیم گیرنده $(n = 1, 2, ..., N)$ در T دوره زمانی $(t = 1, 2, ..., T)$ وجود دارند و همه آنها از m ورودی برای تولید s خروجی استفاده می‌کنند. بنابراین، نمونه شامل $T \times N$ مشاهده خواهد بود، و واحد تصمیم گیرنده n در دوره t، یعنی DMU_t^n دارای یک بردار m بعدی از ورودی ها $X_t^n = (x_{1t}^n, x_{2t}^n, ..., x_{mt}^n)^T$ و همچنین یک بردار s بعدی از خروجی‌ها $Y_t^n = (y_{1t}^n, y_{2t}^n, ..., y_{st}^n)^T$ می‌باشد. پنجره‌ای که از زمان $k\,(1 \leq k \leq t)$ شروع می‌شود و دارای عرض

1- Clark
2- Golany

$w\,(1 \le w \le T-k)$ باشد بـا $k\,w$ مشخص مـی‌شـود و دارای $w \times N$ مشاهده است. بنابراین ماتریس ورودی و خروجی برای تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای را می‌توان به ترتیب بصورت زیر مشـاهده نمود

$$X_{kw} = \begin{bmatrix} x_k^1 & , x_k^2 & ,..., & x_k^N \\ x_{k+1}^1, & x_{k+1}^2 & ,..., & x_{k+1}^N \\ . & & & \\ . & & & \\ . & & & \\ x_{k+w}^1, & x_{k+w}^2 & ,..., & x_{k+w}^N \end{bmatrix} \quad Y_{kw} = \begin{bmatrix} y_k^1 & , y_k^2 & ,..., & y_k^N \\ y_{k+1}^1, & y_{k+1}^2 & ,..., & y_{k+1}^N \\ . & & & \\ . & & & \\ . & & & \\ y_{k+w}^1, & y_{k+w}^2 & ,..., & y_{k+w}^N \end{bmatrix}$$

روش تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای با ماهیـت ورودی محـور برای DMU_t^k تحت فرض بازده به مقیاس متغیـر بـه صـورت زیـر بدست می‌آید:

$$\begin{aligned} &\theta^* = \min \theta \\ &\text{s.t.} \quad X_{kw}\lambda \le \theta x_t^n, \quad t = 1,\ldots,T \\ &\qquad Y_{kw}\lambda \ge y_t^n, \quad t = 1,\ldots,T \\ &\qquad e\lambda = 1 \end{aligned} \qquad (3)$$

کـه در آن $e = (1,1,...,1), \lambda = (\lambda_1, \lambda_2, ..., \lambda_{N\times w})$ است

و بر این اساس روش تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای با ماهیت خروجی محور برای DMU_t^n با فرض بازده بـه مقیـاس متغیـر بـه صورت زیر بدست می‌آید:

$$\begin{aligned} &\varphi^* = \max \varphi \\ &\text{s.t.} \quad X_{kw}\lambda \le x_t^n, \quad t = 1,\ldots,T \\ &\qquad Y_{kw}\lambda \ge \varphi y_t^n, \quad t = 1,\ldots,T \\ &\qquad e\lambda = 1 \end{aligned} \qquad (4)$$

در این پژوهش جهت استفاده عملی از مدل‌های پژوهش، ۸ تولید کننده خرما در استان خوزستان طی سـال‌هـای زراعـی ۱۳۹۶-۱۳۸۹ مورد ارزیابی قرار گرفته شده اسـت. از آنجـا کـه شـناخت متغیرهـای ورودی و خروجی در پژوهش‌های کاربردی مربوط به تحلیل کـارایی، لازمه پژوهش می باشند با مطالعه و بررسی پیشینه پـژوهش (۱، ۹ و ۱۴)، ورودی‌های مورد استفاده در تحقیق پیش رو به شرح زیر تعیـین شدند:

- سطح اراضی (هکتار)
- آب مصرفی (متر مکعب)
- کود حیوانی (تن)
- نیروی انسانی (نفر-روز)
- ماشین آلات (ساعت)
- کود شیمیایی (کیلوگرم)
- سموم آفات (لیتر)

و خروجی‌های مورد نیاز عبارتند از:

- عملکرد (کیلوگرم)
- سود ناخالص (ریال)

اطلاعات آماری متغیرهای ورودی و خروجی ۸ تولید کننده خرمـا استان خوزسـتان طـی سـال‌هـای زراعـی ۱۳۹۶-۱۳۸۹ در جـدول ۱ خلاصه شده‌اند.

نتایج و بحث

همانطور که ذکر شد برای ارزیابی کارایی به روش تحلیل پوششی پنجره‌ای، هیچ نظریه و منطق اساسی در مورد تعریف و اندازه پنجـره وجود ندارد. در این تحقیق با عنایـت بـه اینکـه کشـاورزان اغلـب در مقابل پذیرش ایده‌های نو، مقاومت می‌کنند و حصول نتـایج ملمـوس ناشی از بکارگیری تکنولوژی‌های نوین در دراز مدت انجام می‌گیـرد و با توجه به این که سرعت انتقال تکنولـوژی در بخـش کشـاورزی در مقایسه با دیگر بخش های اقتصادی پایین است، عرض هر پنجـره ۳ در نظر گرفته شده است و لـذا تجزیـه و تحلیـل پنجـره‌ای شـامل ۶ پنجره خواهد بود. از آن‌جا که بهره‌بـرداران کنتـرل بیشـتری بـر روی ورودی ها نسبت به خروجی ها دارند، مدل تحلیل پنجره‌ای با ماهیت ورودی برای ارزیابی بکار می‌رود.

پس از حل ۱۴۴ مدل، مقادیر حاصل از میانگین کارایی هر پنجره و میانگین سالانه، مبنایی برای سـنجش ومقایسـه کـارایی محصـول خرما طی سال‌های زراعی ۱۳۹۶-۱۳۸۹ بـه دسـت مـی‌دهـد. نتـایج حاصل را می‌توان در جداول ۲ تا ۹ مشاهده کرد.

مقدار اختلاف بـین حـداقل و حـداکثر کـارایی تولیـد کننـده‌هـا، توانمندی افزایش میزان کارایی را نشان می‌دهد. طبق نتـایج جـداول ۲-۹، بیشترین مقدار توانمندی برای افزایش کـارایی در تولیـد کننـده پدیده اعتماد صنعت (۰.۳۹) است، بطوری‌که حداقل و حداکثر کـارایی این تولید کننده به ترتیب ۰.۶۱ و ۱.۰۰ می‌باشد.

مقادیر توانمندی سایر تولید کننده‌ها بسیار نزدیک بـه هـم بـوده، بطوریکه تولیـد کننـده‌هـای هدیـه بهبهـان، گلبانـگ مهـر جنـوب و کاظمیان در رتبه دوم (۰.۳۵) قرار گرفته‌اند.

جدول ۱- اطلاعات آماری متغیرهای ورودی و خروجی

Table 1- Statistical information of input and output variables

	میانگین **Average**	حداقل **Minimum**	حداکثر **Maximum**	انحراف معیار **Standard deviation**
سطح اراضی Land surface	19.821	4.812	10303.5	7.521
آب مصرفی Consuming water	140004.49	10532.43	10739588.59	201462.12
کود حیوانی Manure	136.46	0.36	541.57	112.86
نیروی انسانی Manpower	118.03	29.13	778.55	96.77
ماشین آلات Machinery	45.28	11.00	94.5	47.06
کود شیمیایی Fertilizer	325.34	125.77	4339.38	340.52
سموم آفات Pesticides	4.98	50.03	48.13	4.39
عملکرد Evaluation	5576.147	1141	36253.6	4931.60
سود ناخالص Gross profit	940196802	557301318	3945731818	721630712

جدول ۲- میانگین کارایی محصول خرما تولید کننده ثمر نخل خوزستان در طی سال‌های ۱۳۹٦-۱۳۸۹ به روش تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای

Table 2- Average efficiency of date product during 2010-2017 via DEA window for Samar Nakhl Khozestan Producer

تولید کننده ثمر نخل خوزستان	**1389**	**1390**	**1391**	**1392**	**1393**	**1394**	**1395**	**1396**	**میانگین کارایی هر پنجره** **Average efficiency per window**
پنجره ۱ Window 1	0.88	0.92	0.89						0.896
پنجره ۲ Window 2		0.89	0.95	1.00					0.946
پنجره ۳ Window 3			0.81	1.00	0.91				0.906
پنجره ۴ Window 4				1.00	0.90	0.82			0.906
پنجره ۵ Window5					0.92	0.84	0.78		0.846
پنجره ۶ Window 6						0.89	0.79	0.75	0.810
میانگین کارایی هر سال Average efficiency per year	0.880	0.905	0.883	1.000	0.910	0.850	0.785	0.750	0.885

جدول ۳- میانگین کارایی محصول خرما تولید کننده پدیده اعتماد صنعت در طی سال‌های ۱۳۹٦-۱۳۸۹ به روش تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای

Table 3- Average efficiency of date product during 2010-2017 via DEA window for Padideh Eatemad Sanat Producer

تولیدکننده پدیده اعتماد صنعت	**1389**	**1390**	**1391**	**1392**	**1393**	**1394**	**1395**	**1396**	میانگین کارایی هر پنجره **Average efficiency per window**
پنجره ۱ Window 1	0.83	0.89	0.97						0.896
پنجره ۲ Window 2		0.89	0.95	0.86					0.900
پنجره ۳ Window 3			1.00	0.89	0.91				0.933
پنجره ۴ Window 4				0.88	1.00	0.72			0.866
پنجره ۵ Window 5					0.90	0.70	0.68		0.760
پنجره ۶ Window 6						0.72	0.68	0.61	0.670
میانگین کارایی هر سال Average efficiency per year	0.830	0.890	0.973	0.876	0.936	0.713	0.680	0.610	0.837

جدول ٤- میانگین کارایی محصول خرما تولید کننده هدیه بهبهان در طی سال‌های ۱۳۹٦-۱۳۸۹ به روش تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای

Table 4- Average efficiency of date product during 2010-2017 via DEA window for Samar Hedieh Behbahan Producer

تولید کننده هدیه بهبهان	**1389**	**1390**	**1391**	**1392**	**1393**	**1394**	**1395**	**1396**	میانگین کارایی هر پنجره **Average efficiency per window**
پنجره ۱ Window 1	0.94	0.92	1.00						0.953
پنجره ۲ Window 2		0.92	0.95	0.88					0.916
پنجره ۳ Window 3			1.00	0.89	0.90				0.930
پنجره ۴ Window 4				0.96	0.87	0.86			0.896
پنجره ۵ Window 5					0.96	0.84	0.68		0.826
پنجره ۶ Window 6						0.80	0.68	0.65	0.710
میانگین کارایی هر سال Average efficiency per year	0.940	0.920	0.983	0.910	0.910	0.833	0.680	0.650	0.871

جدول ۵- میانگین کارایی محصول خرما تولید کننده ساقه زرین اروند در طی سال‌های ۱۳۹٦-۱۳۸۹ به روش تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای

Table 5- Average efficiency of date product during 2010-2017 via DEA window for Sagheh Zarin Arvand Producer

تولید کننده ساقه زرین اروند	1389	1390	1391	1392	1393	1394	1395	1396	میانگین کارایی هر پنجره Average efficiency per window
پنجره ۱ Window 1	0.93	0.82	0.89						0.880
پنجره ۲ Window 2		0.940	0.88	0.92					0.913
پنجره ۳ Window 3			0.81	0.95	0.80				0.853
پنجره ۴ Window 4				0.96	0.86	0.82			0.890
پنجره ۵ Window 5					0.92	0.84	0.72		0.826
پنجره ۶ Window 6						0.80	0.77	0.73	0.766
میانگین کارایی هر سال Average efficiency per year	0.930	0.880	0.860	0.943	0.870	0.820	0.745	0.730	0.854

جدول ٦- میانگین کارایی محصول خرما تولید کننده داردان در طی سال‌های ۱۳۹٦-۱۳۸۹ به روش تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای

Table 6- Average efficiency of date product during 2010-2017 via DEA window for Dardan Producer

تولید کننده داردان	1389	1390	1391	1392	1393	1394	1395	1396	میانگین کارایی هر پنجره Average efficiency per window
پنجره ۱ Window 1	0.92	0.90	0.95						0.923
پنجره ۲ Window 2		0.99	1.00	0.89					0.960
پنجره ۳ Window 3			0.97	0.89	0.88				0.913
پنجره ۴ Window 4				0.93	0.85	0.81			0.863
پنجره ۵ Window 5					0.88	0.81	0.70		0.796
پنجره ۶ Window 6						0.79	0.79	0.74	0.773
میانگین کارایی هر سال Average efficiency per year	0.920	0.945	0.973	0.903	0.870	0.803	0.745	0.740	0.871

جدول ۷- میانگین کارایی محصول خرما تولید کننده خرمایی پارسیان در طی سال‌های ۱۳۹٦-۱۳۸۹ به روش تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای

Table 7- Average efficiency of date product during 2010-2017 via DEA window for Parsian Nakhl Producer

شرکت خرمایی پارسیان	1389	1390	1391	1392	1393	1394	1395	1396	میانگین کارایی هر پنجره Average efficiency per window
پنجره ۱ Window 1	0.86	0.91	0.90						0.890
پنجره ۲ Window 2		0.89	0.99	0.84					0.906
پنجره ۳ Window 3			1.00	0.81	0.90				0.903
پنجره ۴ Window 4				0.81	1.00	0.86			0.890
پنجره ۵ Window 5					0.90	0.82	0.74		0.820
پنجره ۶ Window 6						0.89	0.76	0.74	0.796
میانگین کارایی هر سال Average efficiency per year	0.860	0.900	0.963	0.820	0.933	0.856	0.750	0.740	0.867

جدول ۸- میانگین کارایی محصول خرما تولید کننده گلبانگ مهر جنوب در طی سال‌های ۱۳۹٦-۱۳۸۹ به روش تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای

Table 8- Average efficiency of date product during 2010-2017 via DEA window Golbang Mehr Producer

تولید کننده گلبانگ مهر جنوب	1389	1390	1391	1392	1393	1394	1395	1396	میانگین کارایی هر پنجره Average efficiency per window
پنجره ۱ Window 1	0.86	0.86	0.92						0.880
پنجره ۲ Window 2		0.88	0.97	0.84					0.896
پنجره ۳ Window 3			0.97	0.80	0.80				0.856
پنجره ۴ Window 4				0.83	0.86	0.74			0.810
پنجره ۵ Window 5					0.82	0.71	0.68		0.736
پنجره ۶ Window 6						0.79	0.69	0.62	0.700
میانگین کارایی هر سال Average efficiency per year	0.860	0.870	0.953	0.823	0.826	0.746	0.685	0.620	0.813

جدول ۹- میانگین کارایی محصول خرما شرکت کاظمیان در طی سال‌های ۱۳۹٦-۱۳۸۹ به روش تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای
Table 9- Average efficiency of date product during 2010-2017 via DEA window Kazemian Producer

شرکت کاظمیان	1389	1390	1391	1392	1393	1394	1395	1396	میانگین کارایی هر پنجره Average efficiency per window
پنجره ۱ Window 1	0.82	0.90	0.97						0.896
پنجره ۲ Window 2		0.89	0.95	1.00					0.946
پنجره ۳ Window 3			1.00	1.00	0.99				0.996
پنجره ۴ Window 4				1.00	0.95	0.86			0.936
پنجره ۵ Window 5					0.92	0.81	0.77		0.833
پنجره ۶ Window 6						0.82	0.68	0.65	0.716
میانگین کارایی هر سال Average efficiency per year	0.820	0.895	0.973	1.00	0.953	0.830	0.725	0.650	0.887

مقادیر حاصل از میانگین کارایی پنجره‌ای هر تولید کننده طی دوره مورد ارزیابی، مبنایی است که بر اساس آن، سنجش و ارزیابی عملکرد تولید کننده‌ها، مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد.

با توجه به نتایج بدست آمده، هیچ کدام از تولید کننده‌ها طی سال های ۱۳۹۱-۱۳۸۹، در شرایط کارایی فنی کامل، قرار نگرفته، میانگین کارایی تمامی آن‌ها، کمتر از یک بوده است. از سویی دیگر، تولید کننده‌های ثمر نخل خوزستان و شرکت کاظمیان در سال ۹۲، از سطح کارایی فنی کامل، برخوردار بوده‌اند.

بر مبنای نتایج بدست آمده، میانگین کارایی هر سال تولید کننده ها در دوره زمانی ۱۳۹۶-۱۳۹۳ در مقایسه با سال‌های ۱۳۹۱-۱۳۸۹ ، روند کاهشی داشته، بطوری‌که کمترین مقدار آن در دوره ۱۳۹۱-۱۳۸۹، مربوط به تولید کننده کاظمیان با مقدار میانگین کارایی 0.820 در سال ۸۹ بوده، این مقدار در دوره ۱۳۹۶-۱۳۹۳ برای تولید کننده پدیده اعتماد صنعت به مقدار ۰.۶۱۰ و در سال ۹۶، ثبت شده است.

از طرفی دیگر، بیشترین مقدار میانگین کارایی هر سال طی دوره ۱۳۹۱-۱۳۸۹با مقدار ۰.۹۷۳ در اختیار تولید کننده‌های پدیده اعتماد صنعت، داردان و کاظمیان در سال ۹۱ بوده است. این مقدار برای دوره ۱۳۹۶-۱۳۹۳، با مقدار ۰.۹۳۶ مربوط به تولید کننده پدیده اعتماد در سال ۹۳ است.

عوامل متعددی سبب تفاوت بسیار زیاد کارایی در طی این دو دوره هستند. از جمله این عوامل می‌توان به گرد و خاک در استان خوزستان اشاره کرد، ذرات گرد و غبار با نفوذ به روزنه‌های برگ خرما و انسداد آن لایه عایقی بر سطح گل و کلاله نخل تشکیل داده و مانع جوانه‌زنی دانه گرده می‌شود و در نتیجه سبب کاهش میزان برداشت و کاهش کیفیت محصول می‌شود.

عامل دیگر، خشکسالی دو سال اخیر استان است. به دنبال کاهش محسوس بارندگی در این مدت و در نتیجه کاهش آب رودخانه اروند، توأم شدن آن با کاهش خروجی آب پشت سدهای کارون و همچنین شور وکم آب شدن آب رودخانه‌ها است که ضربات جبران ناپذیر بر کشاورزی منطقه و از جمله نخلستان‌ها وارد کرده است.

نخل خرما برای تولید یک کیلوگرم خرما به حدود دو متر مکعب آب نیاز دارد. این امر بیانگر آن است که نخل خرما باوجود سازگاری ظاهری به شرایط گرم وخشک، میانگین مصرف آبی بالاتری - برای تولید یک کیلوگرم ماده خشک- نسبت به سایرگیاهان دارد (۸).

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

این مطالعه با هدف برآورد و تحلیل کارایی محصول خرما در استان خوزستان انجام شده است. در این راستا کارایی ۸ تولید کننده خرما با بهره‌گیری از روش تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای مورد سنجش و ارزیابی قرار گرفت. در مدل های تحلیل پوششی داده‌ها میزان کارایی در شرایط ایستا اندازه گیری می‌شوند و لذا یک واحد تصمیم گیرنده با همه واحدهای دیگر در یک دوره زمانی یکسان مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. در مقابل روش تحلیل پنجره‌ای بر اساس میانگین متحرک، عملکرد و روند تغییرات یک واحد تصمیم گیرنده را در طول زمان مورد بررسی قرار می‌دهد. کارایی تولید کننده‌ها تحت

فرض بازده به مقیاس متغیر و با نگرش ماهیت ورودی در دوره های زراعی ۱۳۹۶-۱۳۸۹ بررسی شده است. نتایج نشان می‌دهد هیچ کدام از تولید کننده‌ها طی سال‌های ۱۳۹۱-۱۳۸۹ و ۱۳۹۶-۱۳۹۳ دارای کارایی فنی کامل نبودند و دو تولید کننده در سال ۹۲ در سطح کارایی فنی کامل قرار داشته اند. میانگین کارایی هر سال همه تولید کننده‌ها طی دوره ۱۳۹۶-۱۳۹۳ در سطح بسیار کمتری در مقایسه با سال‌های ۱۳۹۱-۱۳۸۹ بدست آمده است. وضعیت نامطلوب کارایی تولید کننده‌ها در سال‌های اخیر به دلیل ضعف امکانات کشاورزان، نبود آموزش برای نخل داران، پدیده گرد و خاک، خشکسالی و شوری آب رودخانه‌های منطقه می‌باشد.

با توجه به نتایج پژوهش، پیشنهادهای زیر در این زمینه ارائه می شود.

– اصلاح روش‌های تولید بر مبنای توانمند سازی نخل‌داران.

– حداکثر نمودن عوامل تولید با توجه به نتایج بدست آمده از مدل.

– استفاده بهینه از منابع آب با بکارگیری روش‌های نوین از قبیل کم آبیاری.

– حداقل نمودن هزینه‌های غیر ضروری.

– بهره‌گیری از خدمات حمایتی دولت از قبیل یارانه‌ها و سایر منابع مالی

– ترویج ایده‌های نوین در عملیات نخل‌داری و تأمین نیازهای آموزشی

– توسعه سیستم‌های آبیاری تحت فشار و کاهش تلفات منابع آب

منابع

1- Abedpoor A.R., Asadabadi E., and Sha'banali Fami H. 2017. Analysis factors affecting Date production efficiency in Bam country: with DEA approach. Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research 48(3): 507-518. (In Persian with English abstract)

2- Azizi J., and Yazdani S. 2007. Evaluating the earning sustainability of Iranian date export. Journal of Agricultural Science 13(1): 1-19. (In Persian)

3- Banker R.D., Charnes A., and Cooper W.W. 1984. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. Management Science 30: 1078–1092.

4- Charnes A., Clark C.T., Cooper W.W., and Golany B. 1985. A developmental study of data envelopment analysis in measuring the efficiency of maintenance units in the U.S. Air Forces. Annals of Operations Research 2(1): 95–112.

5- Charnes A., Cooper W.W., and Rhodes E. 1978. Measuring the efficiency of decision making units. European Journal of Operational Research 2: 429–444.

6- Farrell M.J. 1957. The measurement of productive efficiency. Journal of the Royal Statistical Society, Series A, General 120(3): 253–281.

7- Ganji N., Yazdani S., and Saleh I. 2018. Identifying factor affecting efficiency of water use in wheat production, Alborz province (Data Envelopment Analysis Approach). Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research 49(1): 13-22. (In Persian with English abstract)

8- Hosseini Y., Mohebi A., Pozesh Nezhad Shirazi M., Rejali F., Tehrani M.M., and Basirt M. 2016. Introduction to conditions of date cultivation, Agricultural education publication, Tehran. (In Persian)

9- Karimi F., Pirasteh H., and Mehdi Zahedi K. 2008. Determination of Wheat Agriculture Efficiency Based on Two Factors Time and Risk by Using Interval Data Envelopment Analysis and Window Data Envelopment Analysis. Agricultural Economic and Development 64: 139-159. (In Persian)

10- Mehrabi Boshrabadi H., and Pakravan M. 2009. Calculation efficiency and returns to scale of sunflower producers Khoy County. Journal of Economics and Agricultural Development 23(2): 95–102. (In Persian)

11- O'Neill S., and Matthews A. 2001. Technical change and efficiency in Irish agriculture, The Economic and Social Review. Economic and Social Studies 32(3): 263-284.

12- Sengupta J.K. 1995. Dynamics of data envelopment analysis: Theory of systems efficiency. Boston: Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, London.

13- Sepehrdoust H., and Hamzeali Dastjerdi H. 2014. Efficiency Measurement of Agricultural Sub-Sector's Activities; Using Window Analysis Method. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production 23(4.1): 131-141. (In Persian with English abstract)

14- Shahnavazi A. 2017. Determination the efficiency of arable crops in Iranian agriculture. Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research 48(2): 227-240.(In Persian)

15- Shafieyan A. 2017. Date palm. Ministry of Agriculture Jahad, Department of Horticulture. (In Persian)

16- Tomaa E., Dobrea C., Donaa I., and Cofasa E. 2015. DEA Applicability in Assessment of Agriculture Efficiency on Areas with Similar Geographically Patterns. Agriculture and Agricultural Science Procedia 6: 704–711.

Journal of Agricultural Economics and Development
Vol. 33, No. 2, Summer 2019, p. 177-190

نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی
جلد ۳۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸، ص. ۱۹۰-۱۷۷

Measuring the Efficiency of Date Crop by DEA (Data Envelopment Analysis) Window (Case Study: Khuzestan Province)

D. Modhej[1]*
Received: 18-03-2019
Accepted: 20-07-2019

Introduction: Agriculture is the most important part of Iran economy. The agricultural sector always has an important role in supplying the essential elements of life and human well-being, so utilizing its capabilities is necessary to fulfill the development goals. Because of the growth population, the food supply is increasing and due to resource constraints, existing resources should be used efficiently to maximize possible production. Therefore, checking the efficiency of agricultural producers can be useful. Dates as one of the horticultural products due to its nutritional properties, and preservation of the environment have a special status in Iranian agriculture. Cultivating dates in Iran, especially in the southwestern regions (Abadan, Khoramshahr, Shadegan), date back to 6,000 years ago. According to the official statistics of the Food and Agriculture Organization (FAO) of United Nations, Iran has the world's first position in terms of date's cultivation. Iran is ranked in the second place after Egypt in terms of production and exports with 16.5% of the world's exports. Khuzestan province with 37492 hectares of cultivation is one of the most important areas of production dates in the country. According to the official statistics, Khuzestan province by producing 15.2% of one million ton of country's date has the highest production in the country. Unfortunately, in recent years, salinity of water and dust adversely affected the production and quality of dates in Khuzestan province. Evaluating the performance of this product in Khuzestan province due to its importance in terms of cultivation, production and employment is so significant for the economy of the country. The aim of this study is to determine the efficiency of 8 date's producers in Khuzestan province during the agricultural period 2010-2017.

Materials and Methods: Data Envelopment Analysis (DEA) is a management tool employed to estimate the efficiency of number of decision making units (DMU's). DEA can be used to calculate the efficiency measures, and has a wide applicability in various service and industry sectors. The first model in DEA was presented in the CCR paper (after Charnes, Cooper and Rhodes1978) to produce the efficiency of DMUs under constant returns to scale (CRS) assumption. Subsequently, Banker et al. (1984) proposed a variable returns to scale version of the CCR model which was named BCC model. Since in real situations, variable returns to scale is more flexible so in this study BCC model is used. Suppose there is a set of n peer DMUs, $\{DMU_j = (x_j, y_j) : j = 1, 2, ..., n\}$ each using m inputs to produce s outputs and also assume $x_j = (x_{1j}, x_{2j}, ..., x_{mj})^T$, $y_j = (y_{1j}, y_{2j}, ..., y_{sj})^T$ be the input and output vectors for DMUj, respectively, such that $x_j \geq 0, x_j \neq 0$ and $y_j \geq 0, y_j \neq 0$. The input-oriented and output-oriented BCC models evaluate the efficiency of DMU_0 by solving the following linear programs respectively:

1- Assistant Professor, Departments of Mathematics, Sosangerd Branch, Islamic Azad University, Sosangerd, Iran
(*- Corresponding Author Email: modhej83@gmail.com)

$$
\begin{aligned}
&\theta^* = \min \theta \\
\text{s.t.}\quad &\sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_{ij} \le \theta x_{io}, \quad i = 1,\dots,m \\
&\sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_{rj} \ge y_{ro}, \quad r = 1,\dots,s \\
&\sum_{j=1}^{n} \lambda_j = 1 \\
&\lambda_j \ge 0, \qquad j = 1, 2, \dots, n
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
&\varphi^* = \max \varphi \\
\text{s.t.}\quad &\sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_{ij} \le x_{io}, \quad i = 1,\dots,m \\
&\sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_{rj} \ge \varphi y_{ro}, \quad r = 1,\dots,s \\
&\sum_{j=1}^{n} \lambda_j = 1 \\
&\lambda_j \ge 0, \qquad j = 1, 2, \dots, n
\end{aligned}
$$

The choice of input- or output-oriented models depends upon the production process characterizing the firm (i.e. minimize the use of inputs to produce a given level of output or maximize the level of output given levels of the inputs). DEA window analysis is based on a dynamic perspective, regarding the same DMU in different period of time as entirely different DMUs. The benefit of this method is to describe the dynamic change of the efficiency of each DMU comprehensively, both horizontally and vertically. More importantly, the number of DMU is increased in this method; hence, it enhances the discriminating power by increasing the number of DMUs when a limited number of DMUs is available. Consider a set of N $(n = 1, 2, \dots, N)$ DMUs in T $(t = 1, 2, \dots, T)$ period of time. Every DMU has m kinds of input and s kinds of output. Let DMU_t^n denotes the level of input or output for DMU n in t period of time, then input vector X_t^n and output vector Y_t^n will be presented as: $X_t^n = (x_{1t}^n, x_{2t}^n, \dots, x_{mt}^n)^T$, $Y_t^n = (y_{1t}^n, y_{2t}^n, \dots, y_{st}^n)^T$ Consider the window starts at the time point of $k\,(1 \le k \le t)$, and the window width is $w\,(1 \le w \le T - k)$, then input X_{kw} and output Y_{kw} matrix of each window $k\,w$ will be presented as

$$
X_{kw} = \begin{bmatrix}
x_k^1, & x_k^2, & \dots, & x_k^N \\
x_{k+1}^1, & x_{k+1}^2, & \dots, & x_{k+1}^N \\
. & & & \\
. & & & \\
. & & & \\
x_{k+w}^1, & x_{k+w}^2, & \dots, & x_{k+w}^N
\end{bmatrix}
\qquad
Y_{kw} = \begin{bmatrix}
y_k^1, & y_k^2, & \dots, & y_k^N \\
y_{k+1}^1, & y_{k+1}^2, & \dots, & y_{k+1}^N \\
. & & & \\
. & & & \\
. & & & \\
y_{k+w}^1, & y_{k+w}^2, & \dots, & y_{k+w}^N
\end{bmatrix}
$$

The input-oriented BCC model of DEA window problem for DMU_t^k is given by solving the following linear program:

$$\begin{aligned} \theta^* &= \min \theta \\ \text{s.t.} \quad & X_{kw}\lambda \le \theta x_t^n, \quad t = 1, \dots, T \\ & Y_{kw}\lambda \ge y_t^n, \quad t = 1, \dots, T \\ & e\lambda = 1 \end{aligned}$$

Where $e = (1,1,...,1), \lambda = (\lambda_1, \lambda_2, ..., \lambda_{N\times w})$ .And the output-oriented BCC model is as follows:

$$\begin{aligned} \varphi^* &= \max \varphi \\ \text{s.t.} \quad & X_{kw}\lambda \le x_t^n, \quad t = 1, \dots, T \\ & Y_{kw}\lambda \ge \varphi y_t^n, \quad t = 1, \dots, T \\ & e\lambda = 1 \end{aligned}$$

Discussion of Results and Conclusion: Land area (ha); Water consumption (cubic meters); Animal manure (tons); Labor (person-days); Machinery (Hours); Fertilizer (kg) as well as pesticides (L) are used as indicators of inputs. Meanwhile, Performance (kg) and Gross profit (Rials) are regarded as two output indicators. Since beneficiaries have more control over the inputs than the outputs, the input-oriented DEA windows model is applied to evaluate the efficiencies of 8 date producers in Khozestan province during 2010-2017. By solving 144 models, the average performance of each window and the average annual provide a basis for measuring and comparing the performance of producers. Results showed that two producers were at full technical efficiency level in 2013, moreover none of the producers during 2010-2012 and 2014-2017 were full technically efficient. In period 2010-2012, efficiency of producers had small variation and the average annual efficiency of producers was much higher in comparison with period 2014-2017. Several factors cause the huge difference in performance over these two periods. Among these factors, one can mention dust in Khuzestan province, Dust particles reduce the harvest and the quality of the product. Another reason is the drought of the last two years. Reducing rivers water has made irreparable impacts on the agriculture of the region.

Keywords*:* Date, Data envelopment analysis, Efficiency, Khozestan, Window analysis